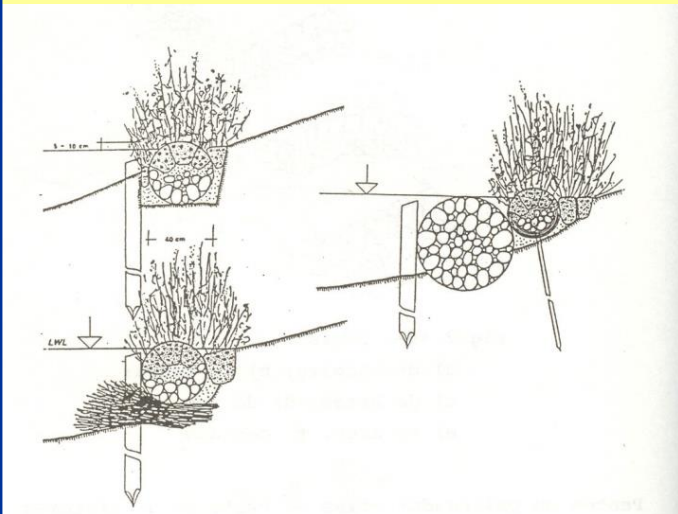


- 2.º Seminário Ibérico “Intervenções Raianas no Combate à Desertificação” -

- O Papel do Planeamento no Combate à Desertificação –



A Engenharia Natural na Reabilitação Ambiental de Áreas Degradadas



Luís Quinta-Nova



Engenharia Natural - Ramo da engenharia que procura sempre que a intervenção preencha os objectivos que se lhe colocam do ponto de vista das exigências de uso e se insira simultaneamente o mais harmoniosamente possível no espaço natural, utilizando para tal, os próprios sistemas e processos funcionais deste.

A Engenharia Natural busca um **equilíbrio entre as necessidades humanas relativamente ao espaço e a preservação da funcionalidade natural deste.**

Princípios da Engenharia Natural - *Intervir conservando:*

- Preencher e atingir os objetivos da intervenção através da **modelação e orientação dos processos naturais**, utilizando apenas sistemas artificiais, complementares de apoio e suporte, quando tal se demonstrar indispensável.
- Utilizando os **sistemas vivos como materiais de construção** assegura-se a máxima longevidade e funcionalidade, não só da obra, como do próprio local de intervenção.

Áreas de actuação da Engenharia Natural

- **Engenharia Civil e Hidráulica**. Edificação e manutenção de infraestruturas de construções em terra, hidráulicas e de transportes, utilizando preferencialmente materiais e técnicas o mais próximo do natural, tais como:
 - **Consolidação de aterros, cortes e taludes em geral.**
 - **Consolidação de margens de linhas de água.**
 - **Sistemas de proteção contra acidentes naturais (aluimentos, torrencialidade, erosão, inundações).**
 - **Recultivação e reintegração ecológica de zonas degradadas ou de usos especiais (pedreiras, minas, lixeiras seladas, aterros sanitários).**
 - **Criação de ecossistemas substitutos ou de compensação.**
 - **Criação de ecossistemas para fins tecnológicos (zonas húmidas para o tratamento de águas residuais).**

- Promoção dos objetivos da Conservação da Natureza através da criação e desenvolvimento de estruturas biologicamente orientadas:
 - **Desenvolvimento de sistemas de promoção do valor ecológico de cada local e uso.**
 - **Enquadramento ecológico de projetos e de obras.**
 - **Desenvolvimento de metodologias de caracterização e avaliação ecológica.**
 - **Enquadramento ecológico de projetos de Engenharia Civil, Hidráulica, Agronómica, entre outros, compensando os impactes eventualmente originados.**
- Apoio ao Planeamento e Gestão do Território através do desenvolvimento de modelos e metodologias de Caracterização e Planeamento Ambiental.

O Projeto construtivo em Engenharia Natural

➤ FASES:

- ➊ Definição dos objetivos da medida construtiva e avaliação das características do sítio (Diagnóstico);
- ➋ Distribuição espacial das diferentes medidas construtivas, segundo as características locais de cada ponto;
- ➌ Definição, para cada intervenção, do objetivo final a atingir nesse ponto;
- ➍ Escolha da técnica e materiais a empregar na construção;
- ➎ Definição das medidas de cuidado e manutenção a aplicar.

Elementos constituintes do Projeto

1. Diagnóstico

- Cobertura vegetal atual;
- Problemas ambientais existentes na área e na envolvente (Poluição, erosão, áreas degradadas, entre outros);
- Aspetos geomorfológicos, geológicos e pedológicos;
- Identificação de áreas de risco (e.g.: Instabilização de encostas);
- Identificação de pontos naturais de escoamento de água.

2. Plano de Intervenção

- Apresentação;
- Objetivos gerais;
- Objetivos específicos;
- Análise e fundamentação das intervenções pertinentes;
- Metodologia.

Ações das técnicas construtivas

➤ Ações técnicas:

- Proteção contra a erosão eólica e hídrica, a geada e outros meteoros;
- Proteção contra a queda de pedras e rochas;
- Anulação ou amortecimento de ações mecânicas prejudiciais, através da prevenção de pequenos deslizamentos de terreno;
- Consolidação superficial ou profunda do solo;
- Ação de travagem da velocidade do escoamento na zona de margens;
- Drenagem;
- Aumento da capacidade biodegradativa nos solos e na água.

➤ **Ações ecológicas:**

- **Melhoria do regime hídrico através: de uma taxa superior de interceptação, um aumento da capacidade de retenção de água no solo e maior uso de água por evapotranspiração;**
- **Coesão e estruturação mecânica do solo pelas raízes das plantas;**
- **Equilíbrio do regime térmico no solo e na camada de ar junto ao solo;**
- **Sombreamento;**
- **Melhoria do balanço de nutrientes no solo pela queda e decomposição de partes de plantas, aumentando a fertilidade de solos degradados;**
- **Aumento da produtividade de culturas devido à protecção contra o vento.**

➤ **Ações estéticas:**

- **Recuperação de “feridas” na paisagem (extração de inertes, construções, deposição de detritos);**
- **Integração de construções na paisagem;**
- **Manutenção da paisagem fluvial e marginal natural;**
- **Criação de novas estruturas, formas e cores da vegetação.**

➤ **Ações económicas:**

- **Economia de custos de construção em relação às técnicas de Engenharia Civil;**
- **Economia nos custos de manutenção e reparação;**
- **Criação de superfícies verdes ou florestais em zonas anteriormente abandonadas ou degradadas.**

Técnicas construtivas usando materiais vivos

- ① Construções combinadas de apoio, suporte e consolidação - para desvio e anulação de forças mecânicas e consolidação de materiais instáveis.
- ② Drenagem biotécnica - para drenagem ativa do solo.
- ③ Técnicas de estabilização - para desvio e anulação das forças mecânicas e consolidação e agregação do solo em profundidade
- ④ Técnicas de cobertura - para uma proteção rápida, superficial e extensiva, para melhoria dos balanços térmicos e hídricos, para sombreamento e para activação biológica do solo.
- ⑤ Técnicas de construção complementares – para condução e aceleração da sucessão a partir da vegetação inicial instalada até à vegetação climática e ao seu enriquecimento.

Técnicas de construção combinadas

1. Grades de vegetação (ou Muro de suporte tipo “Cribwall”)

Podem ser construídas em betão ou em madeira, sendo o enchimento de terra plantada.

⇒ Consolidação de zonas declivosas: em sopé de encostas (substituição de muros de suporte) e em taludes de enchimento (estradas ou caminhos).

⇒ Suporte mecânico e ponto de descarga de forças.

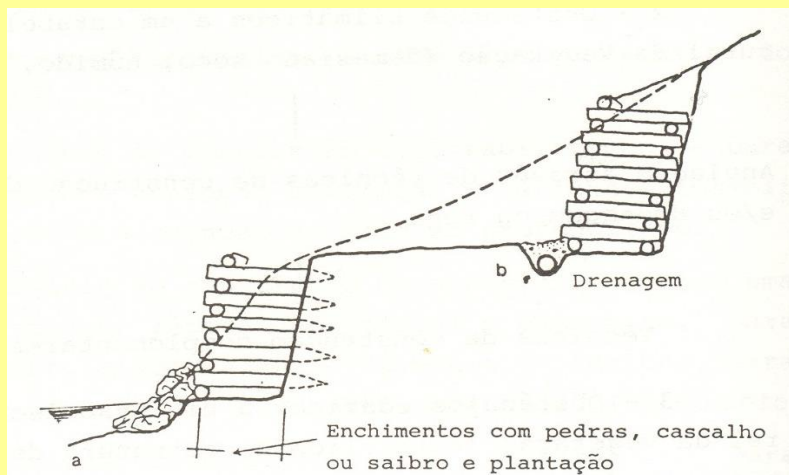


Fig.2.12 - Grades com vegetação
a - em encostas de solo solto
b - em encostas de pedra

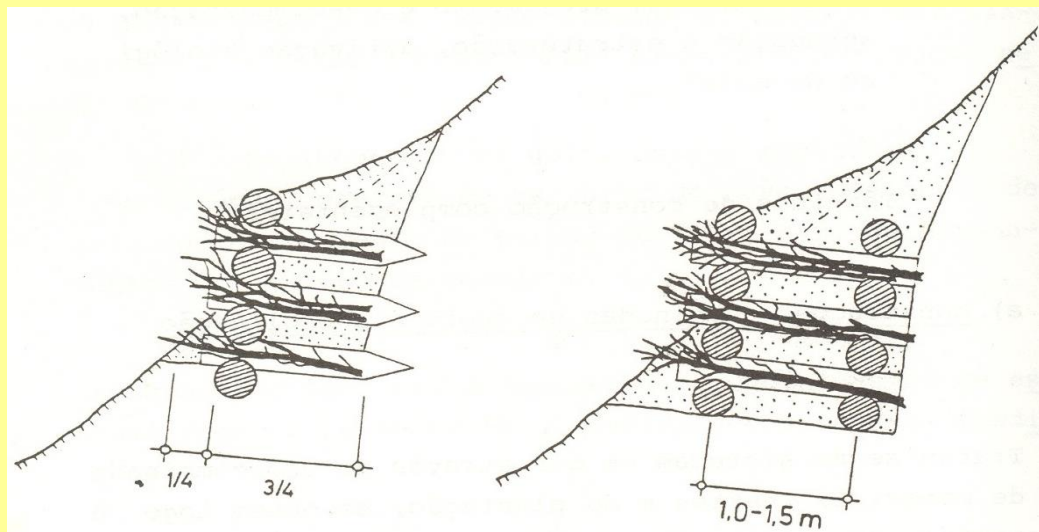
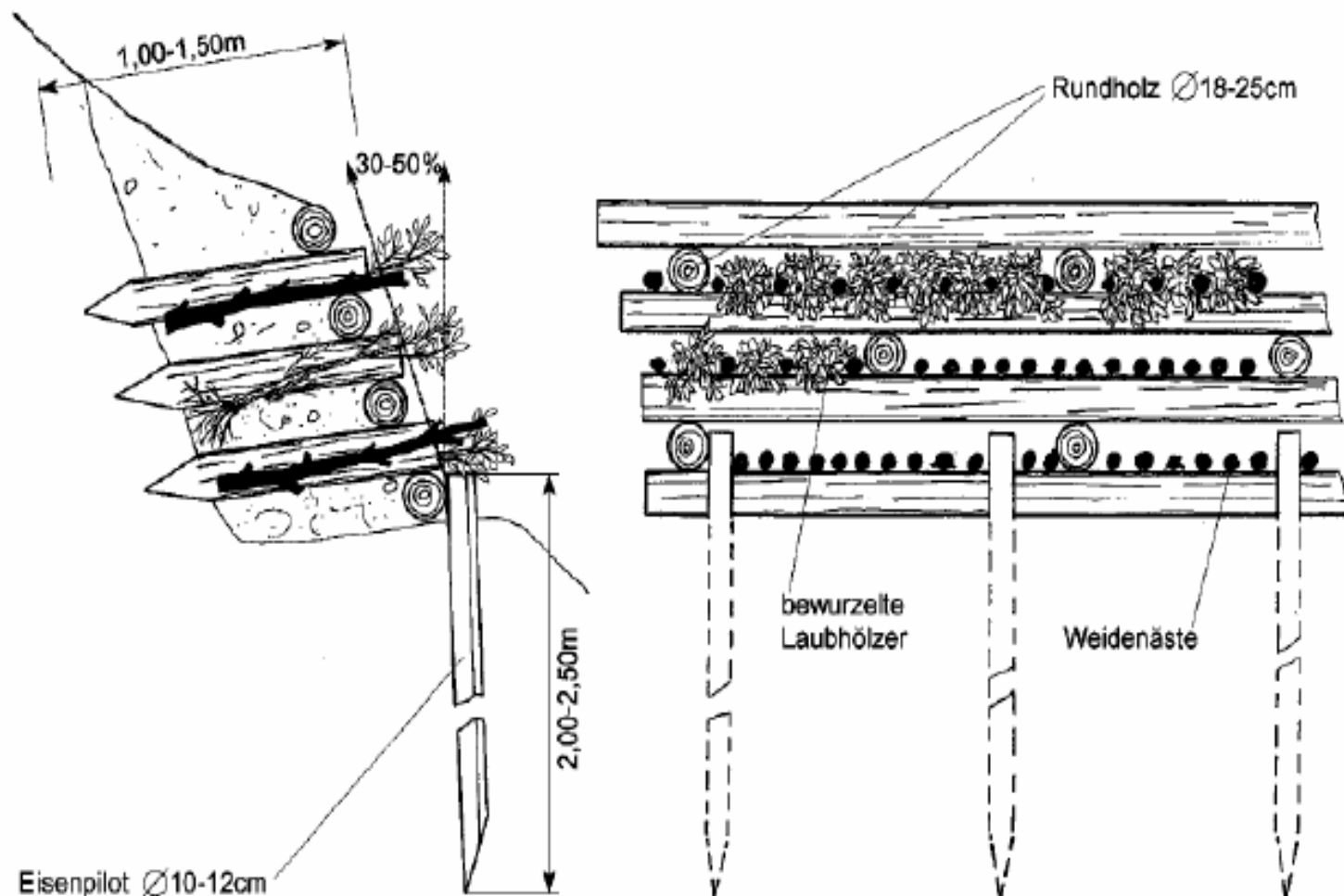


Fig.2.13 - Grades ou degraus de vegetação (Krainierwand (al.)
Cribb Wall (ing.))

Consolidação de encostas instáveis à profundidade de 30- 100 cm através de um muro de suporte tipo "Cribwall" vivo simples

Consolidamento di versanti instabili ad una profondità di 30-100 cm tramite la semplice palificata viva di sostegno





Consolidação de um deslizamento em encosta muito íngreme através de um muro de suporte tipo "Cribwall" simples

Consolidamento di una frana molto ripida con una semplice palificata viva di sostegno

Katharinaberg / Schnals



Logo após a construção
Appena ultimata

Após 6 anos
Dopo 6 anni











2. Gabiões plantados

Sistema de construção de apoio, suporte e consolidação já em parte conseguida pelos gabiões clássicos, integrando-os em termos paisagísticos.



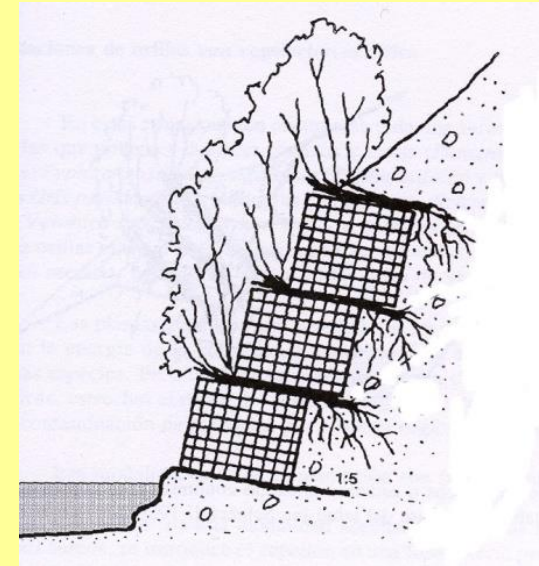
Preenchimento e instalação dos gabiões

Riempimento e muratura dei gabbioni

Os vãos devem ser preenchidos com terra vegetal

I vuoti vengono riempiti con terra vegetale

Os gabiões preenchidos e vegetados- após 5 meses
I gabbioni riempiti e vegetati
– dopo 5 mesi





3. Gradeamentos com vegetação (ou Grade Viva)

Sistema de construção que, para além de suporte, apresenta igualmente importantes propriedades de cobertura. Tem como função:

- ⇒ Suportar o corpo da encosta.
- ⇒ Permitir que a vegetação se instale sem o risco de movimentações de forma a preencher o seu papel consolidador.

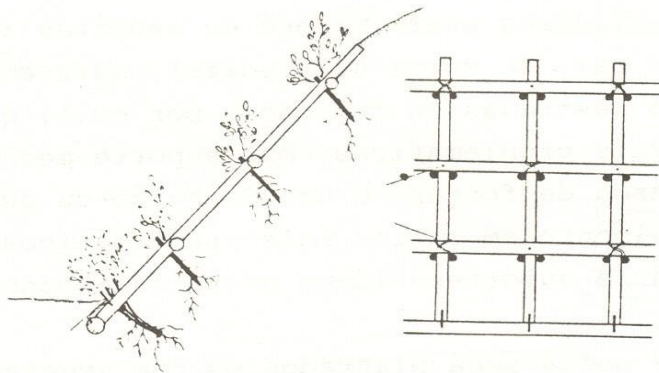
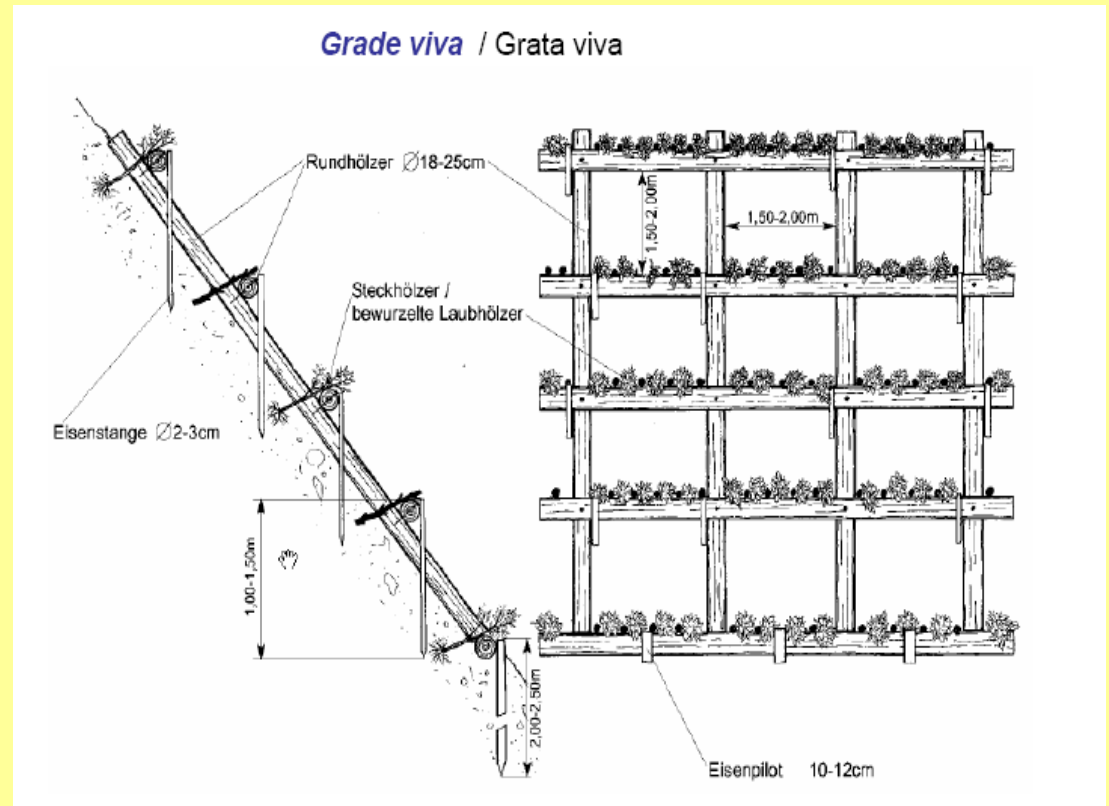


Fig. 2.14 - Gradeamentos com vegetação







A grade viva é um técnica apropriada para a consolidação de encostas muito íngremes e com estratos instáveis a uma profundidade de 10-20 cm.

La grata viva é un metodo adatto per consolidare versanti franosi molto ripidi con strati instabili di una profondità di 10-20 cm

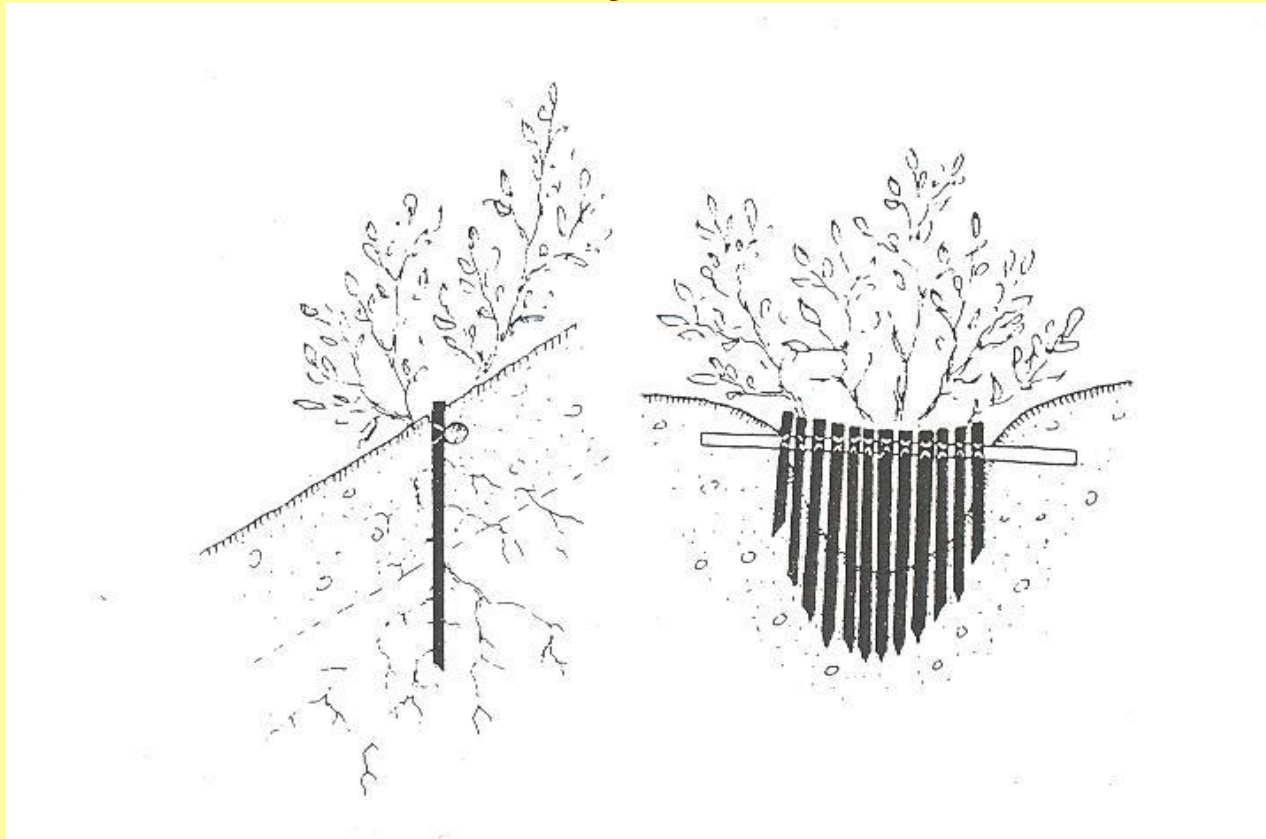
Grade viva em construção
Grata viva in costruzione



4. Paliçadas com vegetação

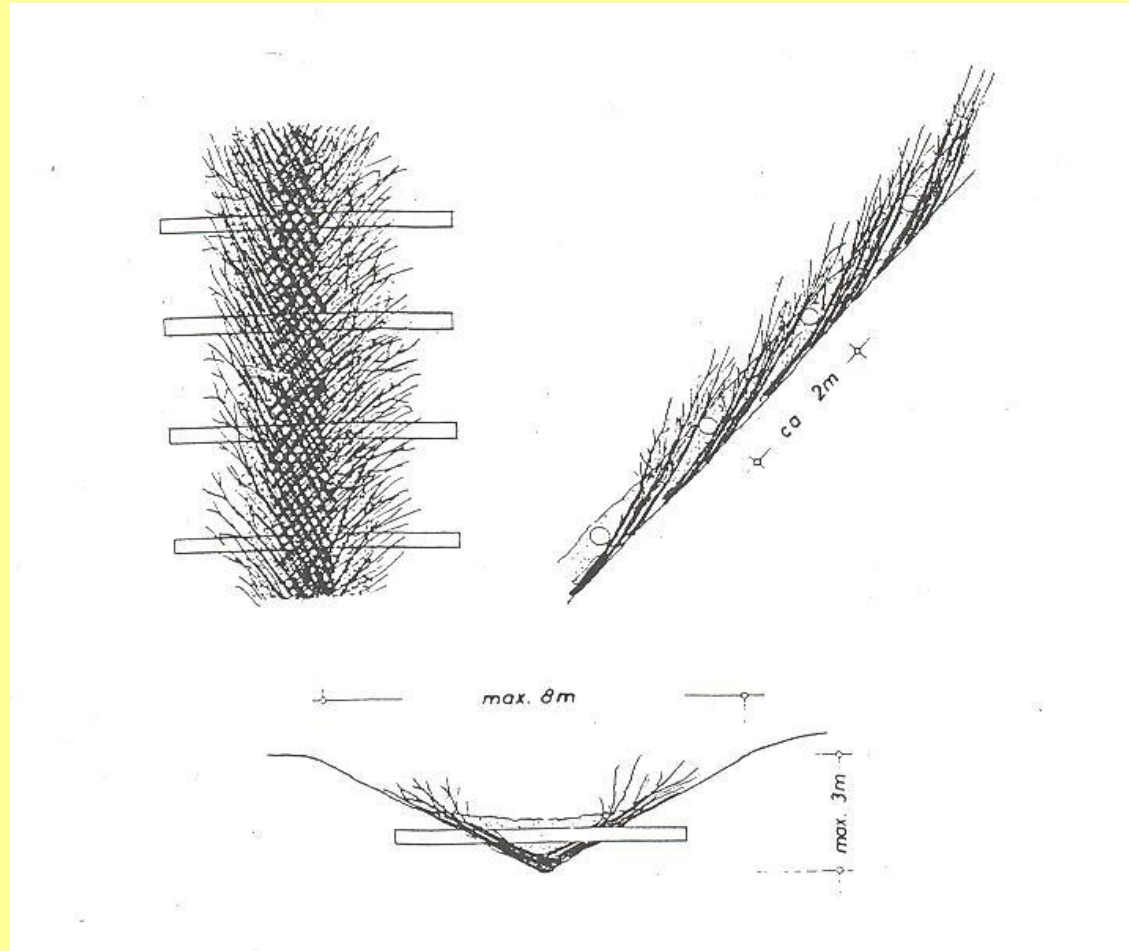
Usam-se essencialmente em linhas de escoamento turbulento temporário (valados, regos, canais de erosão). Destinam-se a:

- ⇒ Travar a velocidade do escoamento e a controlar o seu efeito erosivo.
- ⇒ Possibilitar através da rugosidade da vegetação, a deposição de materiais e sedimentos transportados e a recuperação da linha de erosão.



5. Arbustos em regos ou canais

Método construtivo de regos ou canais de erosão torrencial que pretende não só a consolidação, mas também a sua recuperação.



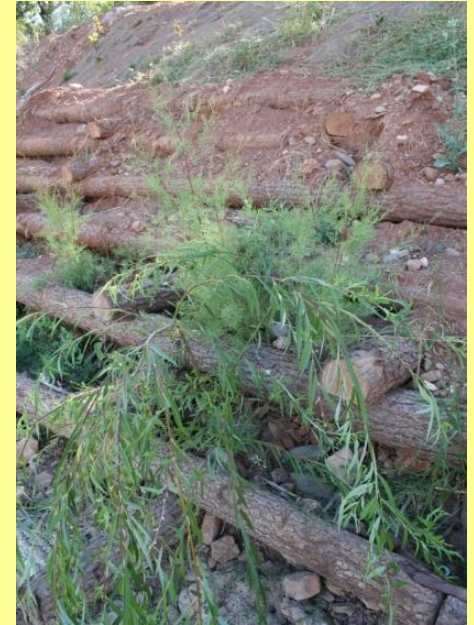
Drenagem biotécnica

1. Uso de vegetação freatófita

Trata-se do uso de plantas com elevada capacidade de evapotranspiração, favorecendo a intensa exportação de água do solo.

2. Regos ou canais relvados

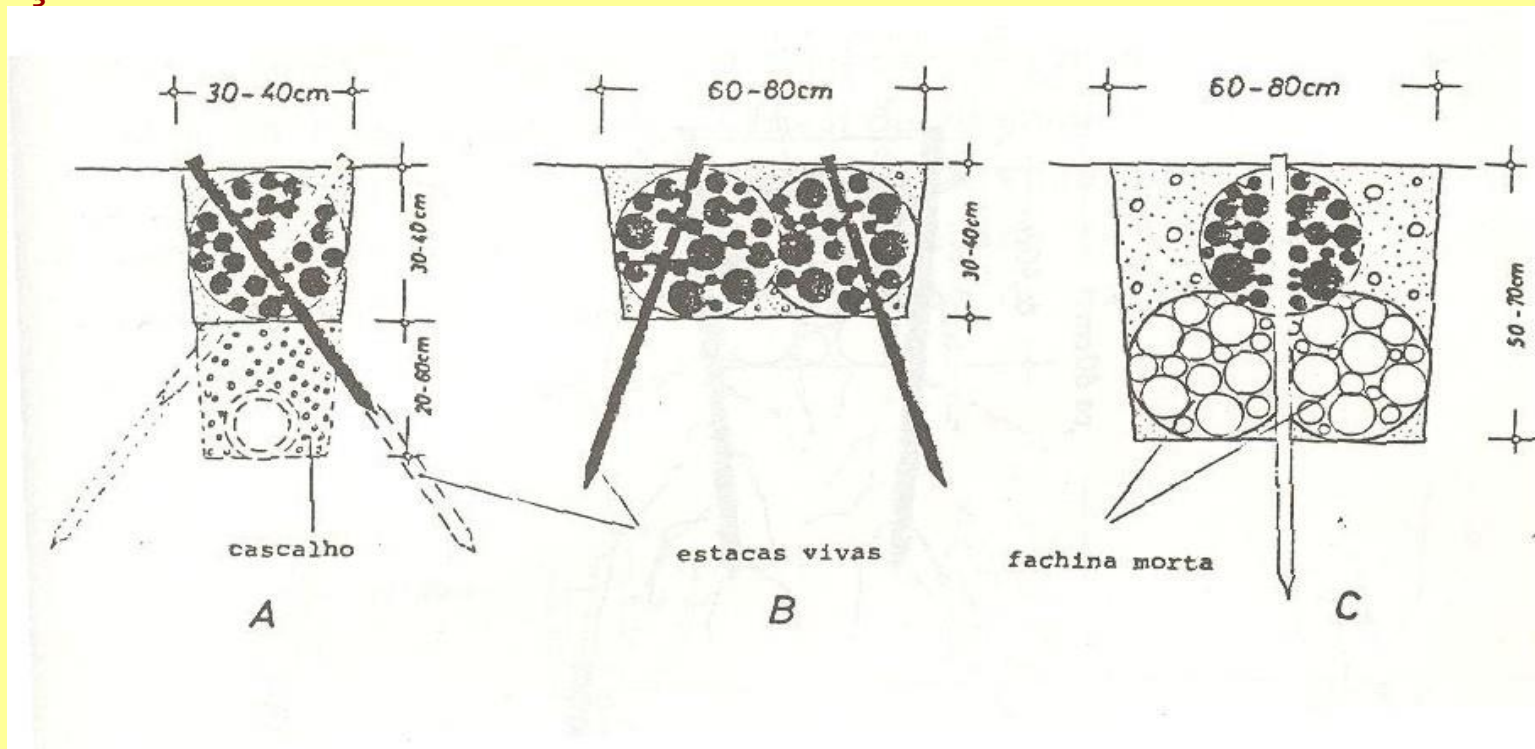
Sistema de plantação de regos ou canais de escoamento médio com placas de relva, de modo a assegurar uma maior resistência à erosão, favorecendo a perda de água por evapotranspiração.



3. Drenos de faxinas vivas

Sistema de combinação da capacidade de drenagem e de condução de água das faxinas e exportação de água da vegetação que a partir deles se desenvolver.

- ⇒ pode associar-se a outros sistemas de drenagem tradicionais (gravilha e tubo ou faxinas mortas)
- ⇒ a fixação das faxinas é feita através de estacas.

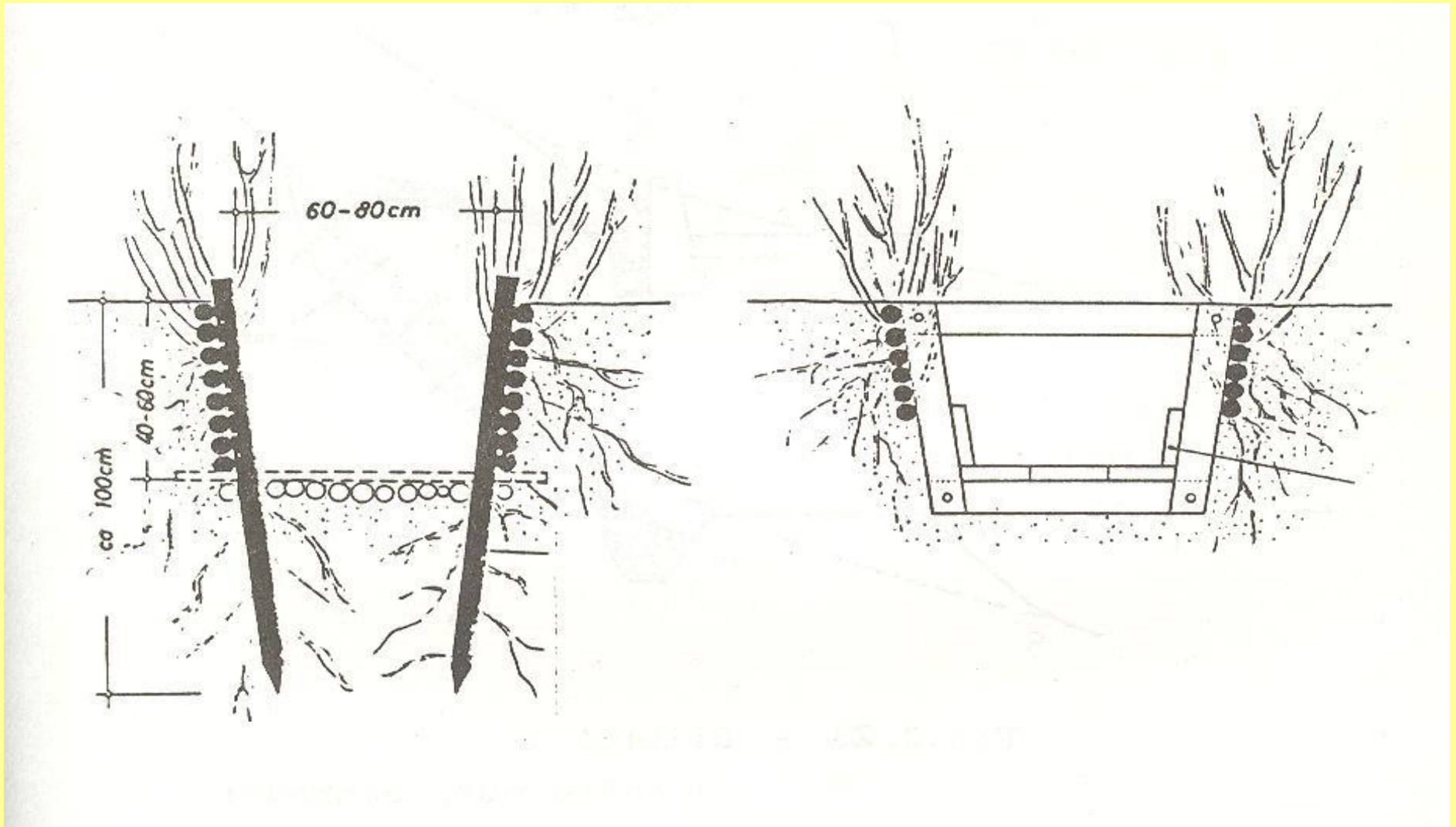






4. Canais vivos

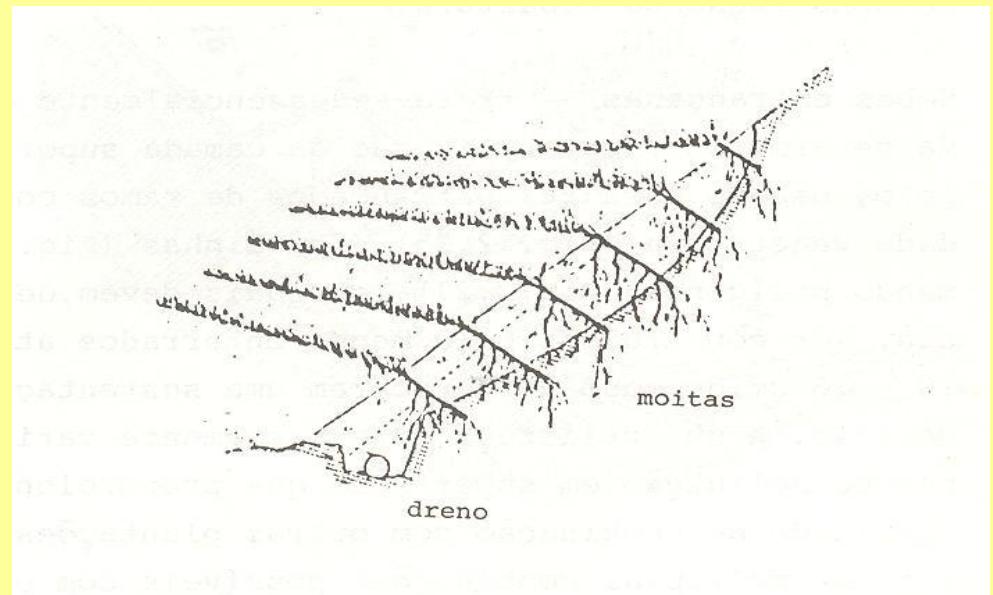
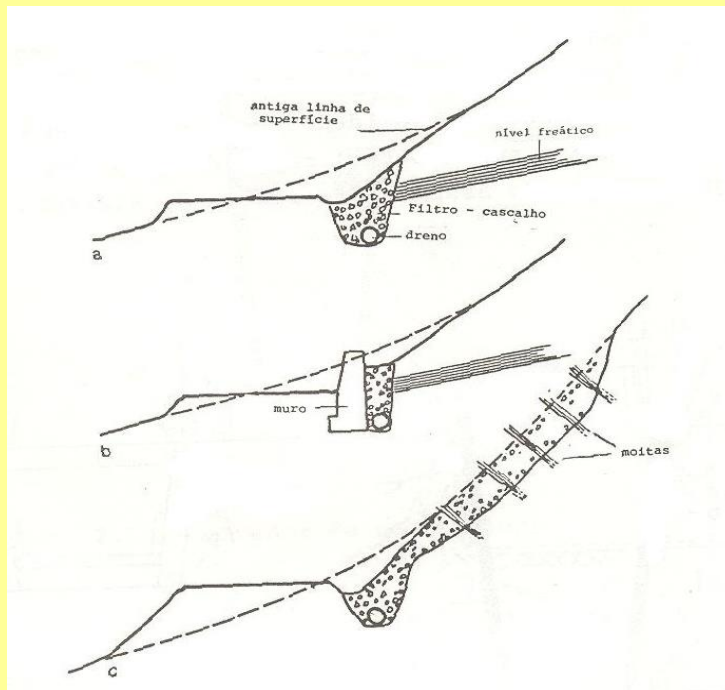
Sistema de condução de águas torrenciais, armado de madeira, parte da qual com capacidade vegetativa.



5. Filtros e muros de pedra

Sistemas de construção de sopés de encostas que utilizam várias combinações.

- ⇒ Construção dum filtro de cascalho combinado com plantação, e eventualmente com um muro de suporte e associado a um dreno de fundo de encosta.
- ⇒ Consegue-se obter uma boa segurança do sopé da encosta contra a ação erosiva da água de percolação e de escoamento.



Técnicas de estabilização

Destinam-se à construção em locais onde ocorram forças mecânicas do solo que impliquem uma imediata consolidação em profundidade.

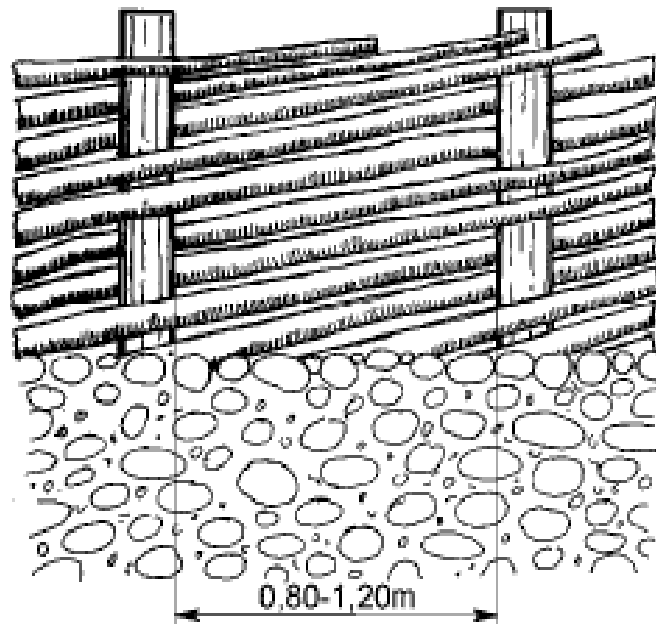
A sua eficácia é função inicialmente da profundidade de construção e aumenta com a ação de enraizamento e consequente consolidação do solo.

1. Sebes entrançadas (ou entrançado vivo)

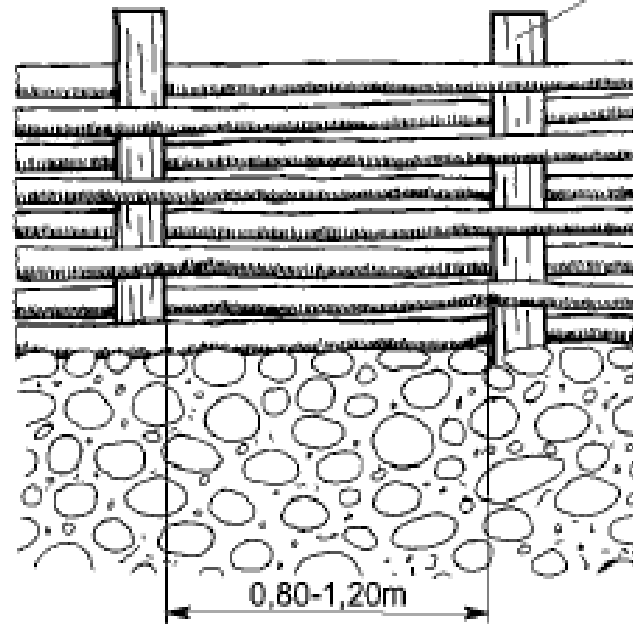
Sistema de armação e estabilização da camada superficial do solo através de entrançados de ramos com viabilidade vegetativa, em linhas ou formando polígonos.

- ⇒ Boa consolidação da superfície.**
- ⇒ Possibilidade de combinação com outras plantações.**
- ⇒ Estabelecimento da vegetação tem um efeito estabilizador em profundidade.**
- ⇒ Elevada necessidade em material vivo.**

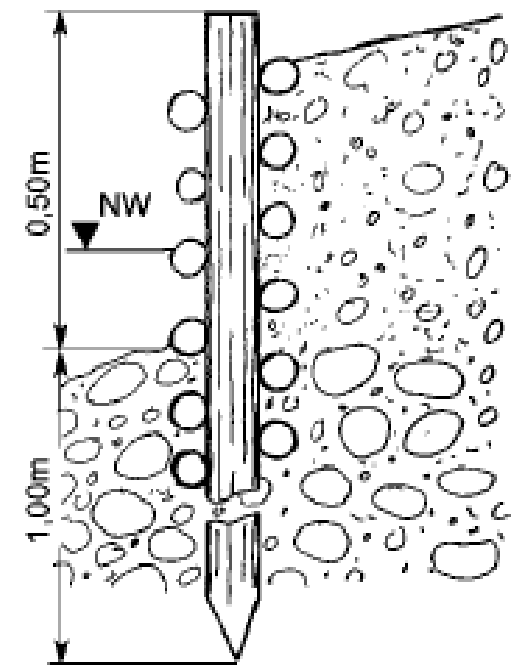
diagonal geflochten



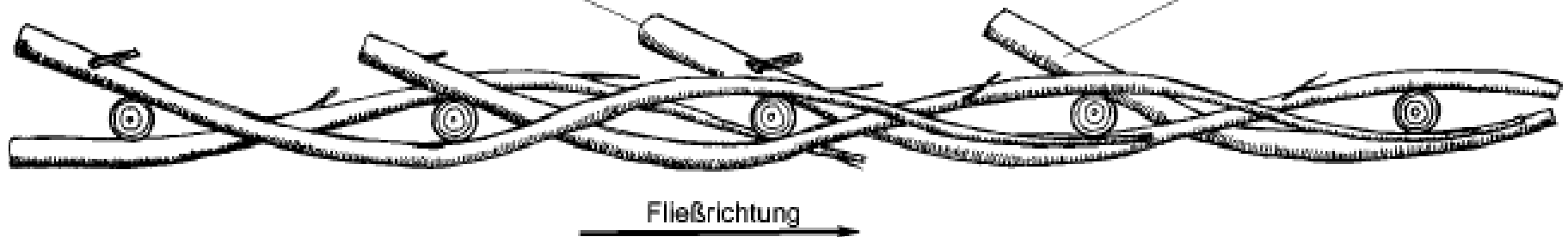
horizontal geflochten



Holzpilot \varnothing 12-15cm



Weiden in Fließrichtung geflochten
Schnittstellen in der Böschung



Weiden \varnothing 3-10cm

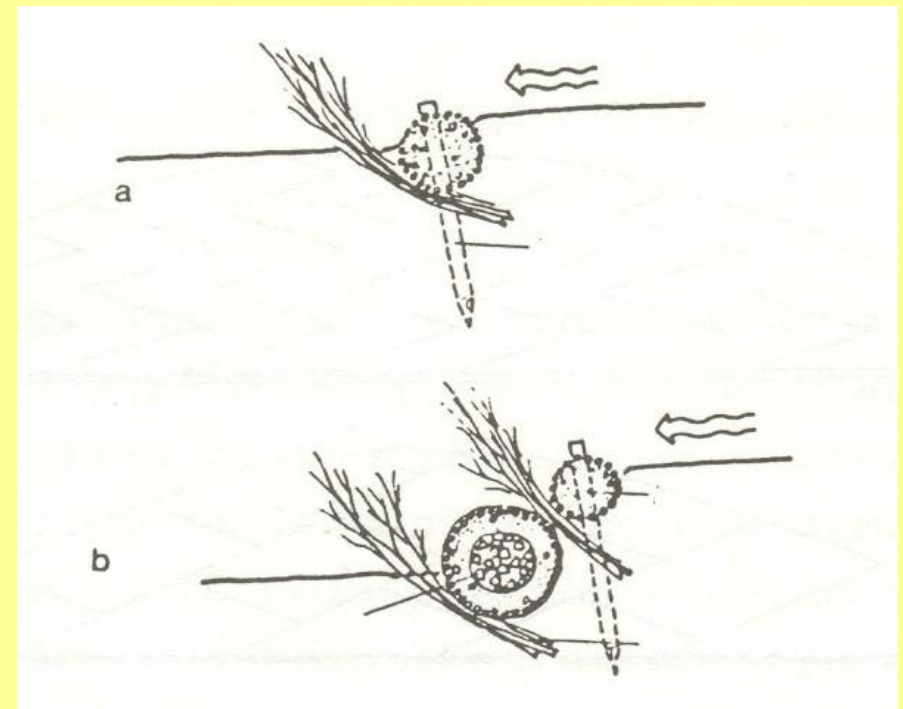
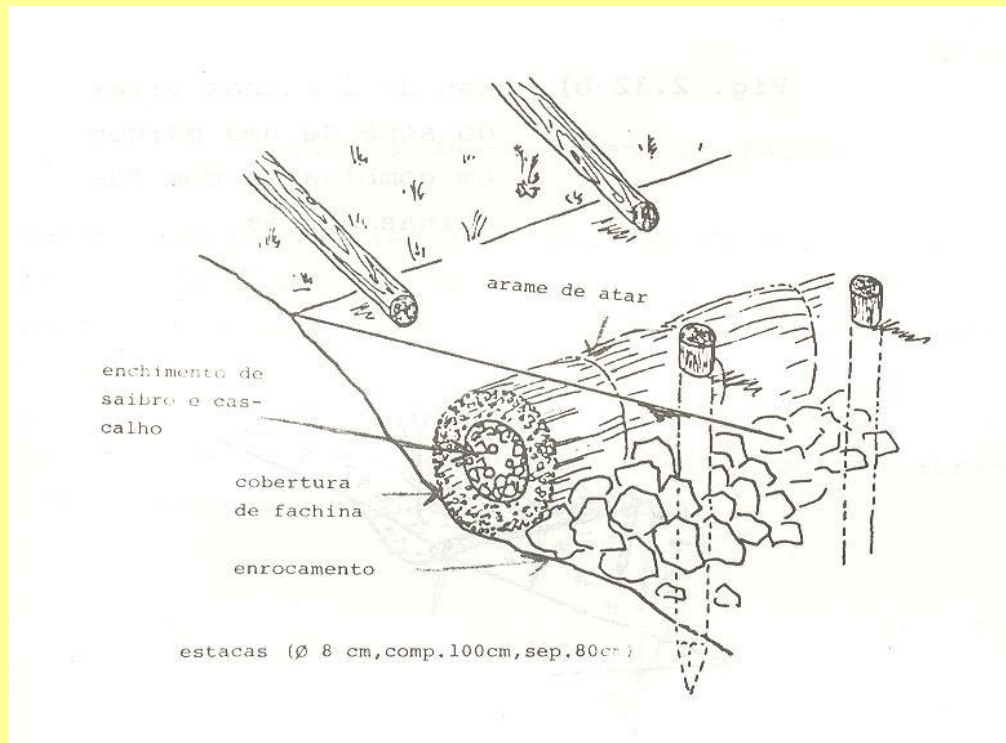




2. Faxinas

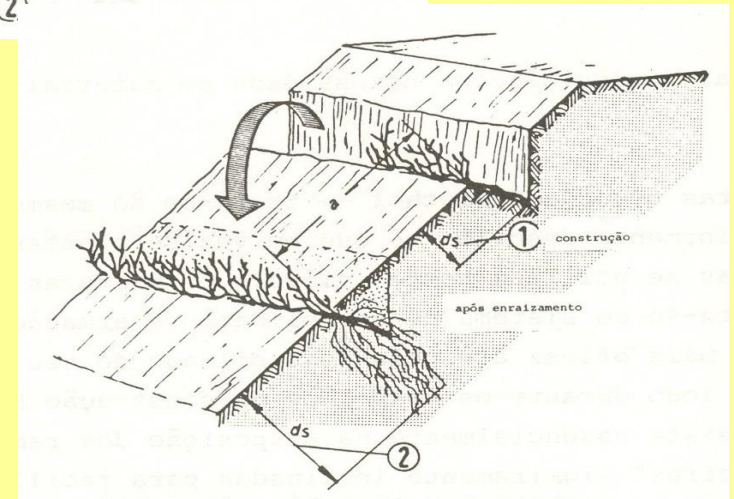
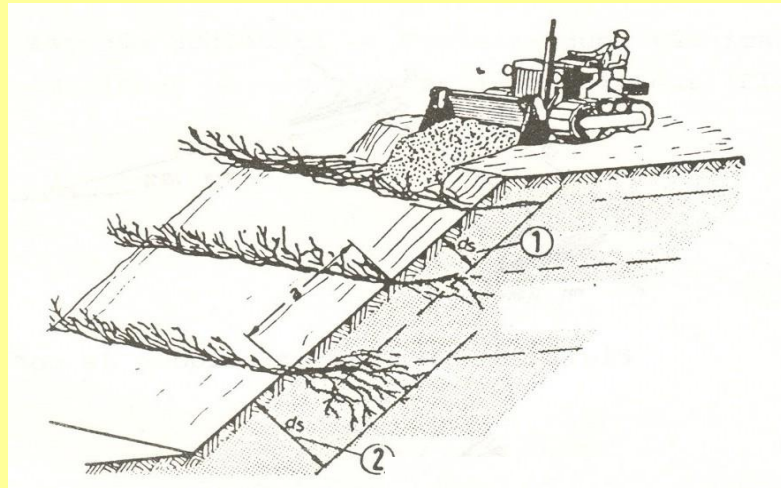
Tipo de construção linear que permite igualmente uma armação da camada superficial do terreno. Possuem boas características hidráulicas (condutoras ou armazenadoras de água).

Utilizadas na consolidação de margens de linhas de água, em complemento de plantação em cordões e a construção de socalcos em leitos de cursos de água.



3. Faixas de vegetação

As faixas de vegetação são um método apropriado para consolidar áreas (taludes) até uma profundidade de 0,50- 1,50 m.

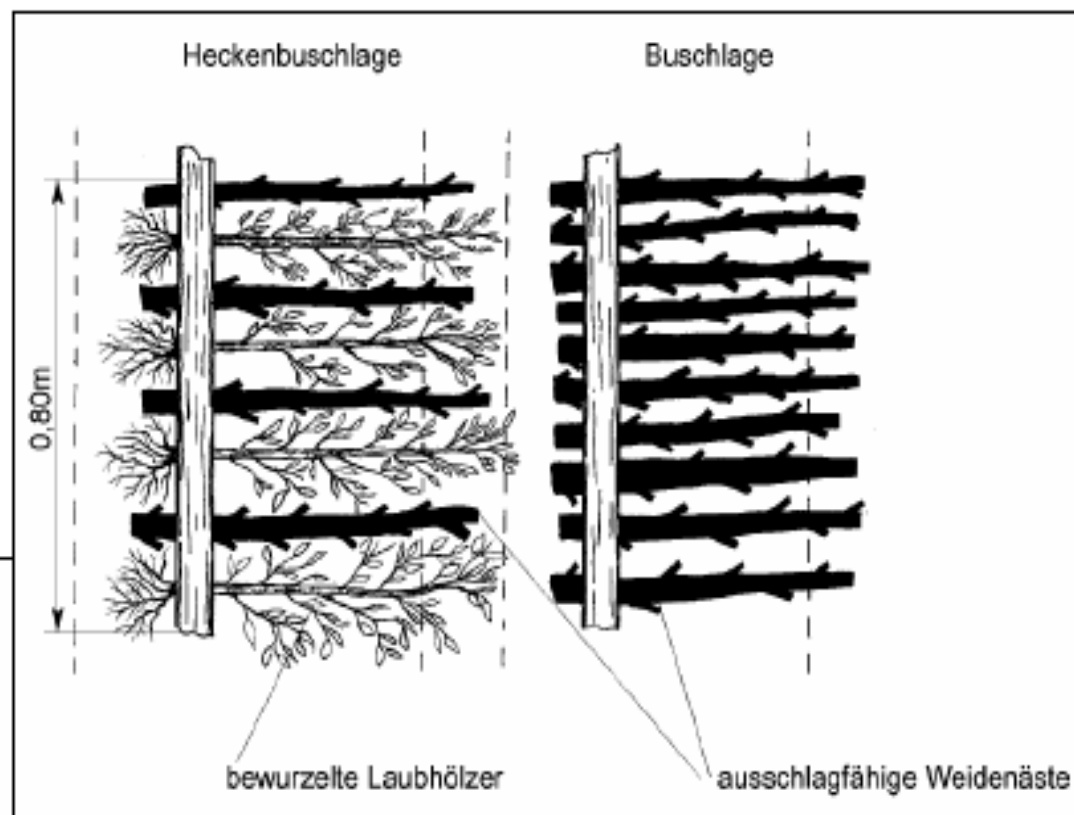
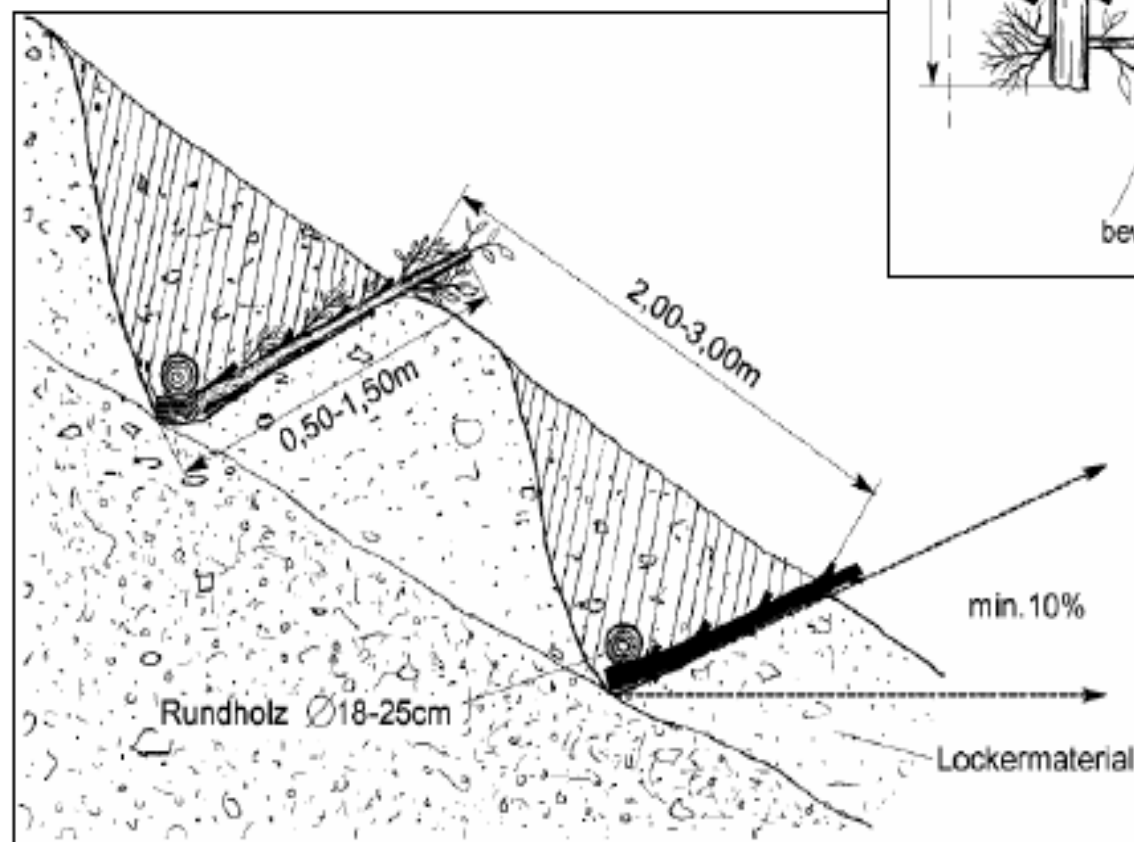


Faixa de vegetação viva de ramos (estacas)

Gradonata viva con ramaglia

Faixa de vegetação viva mista, com ramos e plantas com raiz nua

Gradonata viva mista con ramaglia e piante radicate

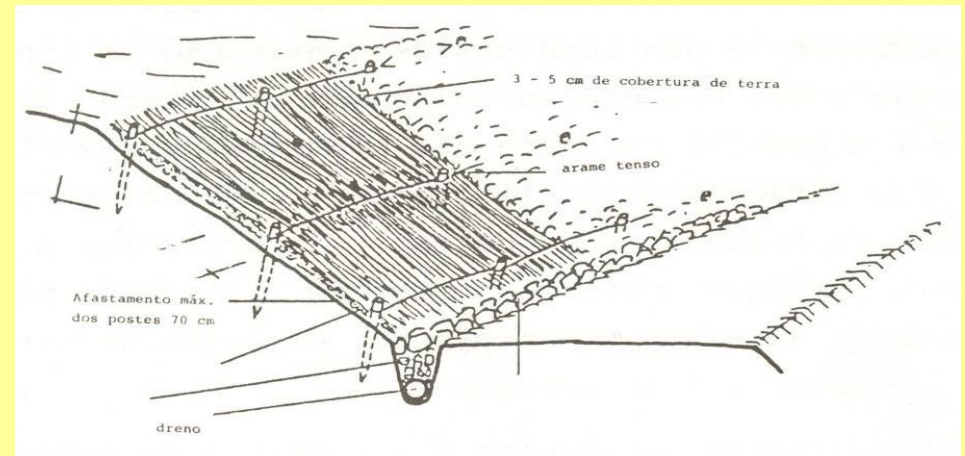


Técnicas de cobertura

O objetivo principal é a proteção do solo por cobertura contra a ação dos agentes erosivos, sendo a ação em profundidade apenas secundária.

1. Coberturas em superfície

Método mais utilizado e eficaz de proteção de superfície, especialmente de margens de linhas de água.





2. Sementeiras

É o método mais barato de obter num prazo curto uma boa cobertura do solo.

- ⇒ escolha correta da mistura de sementes.
- ⇒ mistura deve conter espécies de instalação rápida, de enraizamento profundo e leguminosas.
- ⇒ Hidrosementeira.

